

Ball screw

Patent Number: ☐ US5263381
Publication date: 1993-11-23
Inventor(s): SHIRAI TAKEKI (JP)
Applicant(s):: THK CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ DE4208126
Application US19920850709 19920313
Priority Number(s): JP19910074218 19910315
IPC Classification: F16H25/22
EC Classification: F16H25/22B1
Equivalents: ☐ GB2253675, IT1254289, JP2650796B2, ☐ JP5340460,

Abstract

A ball screw comprising a threaded rod and a ball nut making a rectilinear motion around the rod as the rod is rotated. A first load ball groove and a second load groove which have an offset relation to each other are formed in the inner surface of the ball nut. A pre-load is imparted to ball bearings rolling in these two load grooves. The ball nut has a resilient portion between the first and second load ball grooves. The resilient portion can be displaced axially. Any excessive pre-load created by the error introduced either in the lead of the ball-rolling groove or in the lead of the first or second load ball groove is absorbed by the resilient portion. Consequently, the novel ball screw is superior in accuracy to the prior art ball screw, and is easier to fabricate.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 42 08 126 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 16 H 25/22
B 23 Q 5/56

⑳ Aktenzeichen: P 42 08 126.2
㉑ Anmeldetag: 13. 3. 92
㉒ Offenlegungstag: 17. 9. 92

DE 42 08 126 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

15.03.91 JP 74218/91

㉑1 Anmelder:

THK Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

㉑4 Vertreter:

Vossius, V., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Tauchner, P.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Heunemann, D., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Rauh, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Hermann, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Schmidt, J.,
Dipl.-Ing.; Jaenichen, H., Dipl.-Biol. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte; Tremmel, H., Rechtsanw., 8000
München

㉑7 Erfinder:

Shirai, Takeki, Ichikawa, Chiba, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kugelumlaufspindel

⑤7 Es wird eine Kugelumlaufspindel angegeben, welche eine
Gewindespindel und eine Kugelmutter hat, welche eine
geradlinige bzw. translatorische Bewegung um die Spindel
ausführt, wenn die Spindel eine Drehbewegung ausführt.
Eine erste lasttragende Kugelnut und eine zweite lasttragen-
de Kugelnut, welche zueinander versetzt liegen, sind in der
inneren Fläche der Kugelmutter ausgebildet. Eine Vorbela-
stung wird auf die Lagerkugeln eingebracht, welche eine
Abwälzbewegung in diesen beiden lasttragenden Nuten
ausführen. Die Kugelmutter hat ein federnd nachgiebiges
Teil zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Kugel-
nuten. Das federnd nachgiebige Teil läßt sich axial verschie-
ben. Jegliche zu große Vorbelastung, welche auf Abwei-
chungen entweder bei der Steigung der Kugelabwälznut
oder bei der Steigung der ersten oder zweiten lasttragenden
Kugelnut zurückzuführen ist, wird durch das federnd nach-
giebige Teil absorbiert. Daher ist die Kugelumlaufspindel
nach der Erfindung hinsichtlich der Genauigkeit den übli-
chen Kugelumlaufspindeln überlegen und sie läßt sich
einfacher herstellen.

DE 42 08 126 A 1

Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit einer Kugelumlaufspindel, welche bei verschiedenen Industriemaschinen eingesetzt wird und die derart wirkt, daß eine geradlinige Bewegung in eine Drehbewegung oder umgekehrt umgewandelt wird.

Eine übliche Kugelumlaufspindel dieser gattungsgemäßen Art weist eine Gewindespindel und wenigstens eine Kugelmutter auf. Die Gewindespindel hat eine Kugelabwälznut, welche schraubenlinienförmig mit einer bestimmten Schrägung ausgebildet ist. Lagerkugeln sind so eingeschlossen, daß sie eine Abwälzbewegung in dieser Nut ausführen. Die Kugelmutter hat eine lasttragende Kugelnut und einen Kugelrücklaufkanal. Die lasttragende Kugelnut ist schraubenlinienförmig ausgebildet und hat die gleiche Steigung wie die Kugelabwälznut. Der Kugelrücklaufkanal ermöglicht, daß die Lagerkugeln von einem Ende der lasttragenden Kugelnut zu dem anderen Ende umlaufen bzw. zirkulieren. Es ist möglich, eine geradlinige Bewegung von der Gewindespindel oder der Kugelmutter dadurch abzunehmen, daß dem jeweils anderen Teil eine Drehbewegung erteilt wird.

Beim Einsatz dieser Kugelumlaufspindel ist es üblich, eine Vorbelastung auf die Kugelmutter aufzubringen, um Axialspiele zu eliminieren und die Steifigkeit gegenüber Axialbelastungen zu erhöhen sowie einen Totgang zu vermeiden. Hierdurch läßt sich die Zustellgenauigkeit bei der geradlinigen Bewegung verbessern.

Ein übliches Verfahren zum Aufbringen einer Vorbelastung auf die Kugelumlaufspindel besteht darin, zwei Kugelmuttern vorzusehen, wodurch der Spindel eine Vorbelastung erteilt wird, während zugleich eine Zugkraft oder eine Druckkraft zwischen den beiden Kugelmuttern einwirkt. Hierbei handelt es sich um das sogenannte Doppelmutterverfahren. Dieses Verfahren wird insbesondere in ein Konstantpositions-Vorbelastungsverfahren unterteilt, bei dem ein Distanzstück mit einer Dicke entsprechend der Größe der Vorbelastung zwischen einem Paar von Kugelmuttern eingesetzt wird, und in ein Konstantdruckkraft-Vorbelastungsverfahren unterteilt, bei dem eine Vorbelastung durch Nutzung der Federkraft einer Feder aufgebracht wird, welche zwischen einem Paar von Kugelmuttern angeordnet ist.

Bei dem vorstehend genannten Konstantpositions-Vorbelastungsverfahren werden die beiden Kugelmutter über das Distanzstück starrer zusammen angezogen. Wenn daher die Steigung der Gewindespindel oder der Durchmesser der Spindel eine Abweichung hat, dann werden die Lagerkugeln ungleichförmig elastisch verformt. Daher ist die Vorbelastung auf die Lagerkugeln gleichmäßig. Als Folge hiervon sind die auf die Kugelmuttern aufgetragenen Drehmomente unterschiedlich. Bei dem letztgenannten Konstantdruckkraft-Vorbelastungsverfahren tritt eine derartige Schwierigkeit nicht auf, da die Größe der federnd nachgiebigen Verformung der Lagerkugeln immer durch die Wirkung der Feder konstant ist. Jedoch ist eine Herabsetzung der Steifigkeit unvermeidbar. Ferner ist es schwierig, die Feder derart anzubringen, daß man eine geeignete Vorbelastung erhält. Auch wird bei jedem vorstehend genannten Verfahren eine adäquate Vorbelastung nicht aufgebracht, wenn die Kugelmuttern relativ zueinander drehbar sind. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, daß die beiden Kugelmuttern miteinander gekoppelt sind, ohne daß sie sich relativ zueinander drehen können. Hierdurch vergrößert sich die Anzahl von Bauteilen.

Auch wird die Anzahl der Montageschritte größer. Eine weitere Schwierigkeit ist darin zu sehen, daß eine gleichmäßige Drehbewegung nur dann erhalten werden kann, wenn die Achsen der beiden Kugelmuttern ganz genau übereinstimmen.

Unter diesen Umständen wurde ein sogenanntes Versetzungsvorbelastungsverfahren vorgeschlagen, um eine Vorbelastung mittels einer einzigen Kugelmutter aufzubringen. Insbesondere ist die Kugelmutter mit einer schraubenlinienförmig verlaufenden lasttragenden Nut versehen, welche die Lagerkugeln aufnimmt. Die Steigung dieser Nut ist an gewissen Stellen größer und kleiner gewählt, was von der Größe der Vorbelastung abhängt, so daß man eine Kugelkontaktkonstruktion erhält, welche ähnlich wie bei dem vorstehend angegebenen Konstantpositions-Vorbelastungsverfahren ist. Bei diesem Verfahren wird die Vorbelastung mittels einer einzigen Kugelmutter aufgebracht. Die Gesamtlänge der Mutter ist im Vergleich zu der Doppelmutterauslegung vermindert. Auch ist das Gewicht geringer. Ferner läßt sich eine Miniaturisierung verwirklichen. Zusätzlich ist weniger Arbeit zum Zusammensetzen der Kugelumlaufspindel erforderlich.

Wenn selbst aber bei diesem Versetzungsvorbelastungsverfahren die Steigung der Gewindespindel oder der Durchmesser der Gewindespindel auf Grund von Bearbeitungstoleranzen Abweichungen hat, dann ist das auf die Kugelmutter aufgetragene Drehmoment ungleichförmig, und zwar auf dieselbe Weise wie bei dem Konstantpositions-Vorbelastungsverfahren. Zusätzlich führt jegliches Radialspiel zu einem Axialspiel. Hierdurch wird die Zustellgenauigkeit schlechter.

Daher bringen die üblichen Vorbelastungsverfahren Schwierigkeiten im Hinblick auf die Herstellung der Kugelumlaufspindel und im Hinblick auf die Genauigkeit der Bewegung mit sich, und alle die von den Anwendern und Herstellern dieser Kugelumlaufspindel gestellten Erfordernisse können nicht erfüllt werden.

Die Erfindung zielt daher darauf ab, eine Kugelumlaufspindel bereitzustellen, welche sich leicht herstellen läßt und ausgezeichnet im Hinblick auf die Genauigkeit ist.

Nach der Erfindung wird hierzu eine Kugelumlaufspindel bereitgestellt, welche folgendes aufweist: Eine Gewindespindel, welche eine Kugelabwälznut hat, welche einen schraubenlinienförmigen Verlauf mit einer vorbestimmten Steigung besitzt; eine Kugelmutter; eine erste lasttragende Kugelnut, welche schraubenlinienförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter mit der gleichen Steigung wie die Kugelabwälznut ausgebildet ist; eine zweite lasttragende Kugelnut, welche schraubenlinienförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter mit derselben Steigung wie die Kugelabwälznut ausgebildet ist; ein federnd nachgiebiges Teil, welches an der Kugelmutter zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten ausgebildet ist; und eine Mehrzahl von Lagerkugeln, welche jeweils zwischen der Kugelabwälznut in der Gewindespindel und der ersten oder zweiten lasttragenden Kugelnut derart angeordnet ist, daß die Lagerkugeln eine Abwälzbewegung ausführen. Das federnd nachgiebige Teil kann sich axial verschieben. Der Abstand zwischen den ersten und den zweiten lasttragenden Kugelnuten ist mit größer oder kleiner einem ganzzahligen Vielfachen der Steigung der Kugelabwälznut vorgegeben. Bei dieser Auslegung ist der Abstand zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten größer oder kleiner als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung der Kugelabwälznut. Daher ist

die Kugelkontaktauslegung ähnlich wie bei der Kugelkontaktauslegung der Zersetzungsvorbelastungs-Kugelumlaufspindel. Eine Vorbelastung wird der Kugelmutter erteilt. Zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten ist das federnd nachgiebige Teil der Kugelmutter ausgebildet, welches sich axial verschoben läßt. Dieses federnd nachgiebige Teil dient zur Aufnahme von einer zu großen Vorbelastung, welche auf Toleranzen bei der Steigung der Gewindespindel oder auf Toleranzen zurückzuführen ist, welche im Zusammenhang mit dem Durchmesser der Spindel stehen. Hierdurch wird sichergestellt, daß auf die Kugelmutter immer eine konstante Vorbelastung wirkt. Hierdurch läßt sich die Bewegungsgenauigkeit dieser Kugelumlaufspindel verbessern.

Da sowohl die erste als auch die zweite lasttragende Kugelnut in der einzigen Kugelmutter ausgebildet ist, um eine Vorbelastung aufzubringen, können umständliche Einstellarbeiten und Montagearbeiten, welche bei einer Doppelmutterkonstruktion erforderlich wären, entfallen. Hierdurch läßt sich die Produktivität wesentlich steigern.

Bei der Erfindung wird eine Vorbelastung durch eine Verknüpfung von zwei Einflußgrößen bereitgestellt. Eine Einflußgröße ist die geeignete Wahl des Abstandes zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Nuten, und die andere ist die Wahl einer Stärke der Federkraft des federnd nachgiebigen Teils.

Natürlich wird die Vorbelastung auf die Kugelumlaufspindel dadurch bereitgestellt, daß der Abstand zwischen der ersten und der zweiten lasttragenden Nut geringfügig größer oder kleiner als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung der Kugelabwälznut ist. Andererseits dehnt sich das federnd nachgiebige Teil oder zieht sich zusammen, um die Vorbelastung auf die Kugelumlaufspindel herabzusetzen, woraus resultiert, daß die Federkraft sicher am federnd nachgiebigen Teil vorhanden ist. Natürlich ist es ein selbstverständliches Element, daß der Abstand zwischen der ersten und der zweiten lasttragenden Nut geringfügig größer oder geringfügig kleiner als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung der Kugelabwälznut ist, um die Federkraft bereitzustellen.

Daher kann man bei der Erfindung auch davon ausgehen, daß die Vorbelastung durch die Federkraft des federnd nachgiebigen Teils bereitgestellt wird.

Wenn das federnd nachgiebige Teil sich dehnt oder zusammenzieht wird die entsprechend der Wahl des Abstandes zwischen der ersten und der zweiten lasttragenden Nut aufgebrachte Vorbelastung nach Maßgabe der Größe der Expansion oder Kontraktion geändert. Wenn aber das federnd nachgiebige Teil sich kaum dehnt und zusammenzieht, wird die der Wahl des Abstandes entsprechende Vorbelastung auf die Kugelumlaufspindel ohne jegliche Änderung aufgebracht. Vor allem ist die auf die Kugelumlaufspindel aufgebrachte Vorbelastung durch die Wahl der Stärke der Federkraft des federnd nachgiebigen Teils frei einstellbar.

Andererseits dient das federnd nachgiebige Teil dazu, die Größe der Vorbelastung auf einem festen Wert konstant zu halten. Wenn beispielsweise die Gewindespindel einen Steigungsfehler hat, wird eine auf die Kugelumlaufspindel wirkende Stoßbelastung zur Folge haben, daß die Vorbelastung zeitweilig zu hoch wird. Bei der Erfindung kann sich jedoch das federnd nachgiebige Teil dehnen oder zusammenziehen, um eine zu große Vorbelastung aufzuheben, so daß die auf die Kugelumlaufspindel aufgebrachte Vorbelastung immer konstant

einen vorbestimmten Wert einnimmt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Kugelumlaufspindel nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Schnittansicht längs der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Seitenansicht der Kugelumlaufspindel, welche in Fig. 1 gezeigt ist, und zwar in Blickrichtung des Pfeils A,

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittansicht der Hauptteile der Kugelmutter, welche in Fig. 1 gezeigt ist,

Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht einer Ausführungsvariante des federnd nachgiebigen Teils der Kugelmutter, welche in Fig. 1 gezeigt ist,

Fig. 6 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform einer Kugelumlaufspindel nach der Erfindung, und

Fig. 7 eine Seitenansicht einer weiteren Kugelumlaufspindel nach der Erfindung.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 4 ist eine Kugelumlaufspindel gezeigt, welche nach der Erfindung ausgelegt ist. Diese Kugelumlaufspindel weist eine Gewindespindel 1, eine Kugelmutter 2, welche einen wellenförmig ausgebildeten, federnd nachgiebigen Teil 3 hat, welcher im wesentlichen auf der axialen Mitte der Spindel 1 liegt, und eine Mehrzahl von Lagerkugeln 4 auf, welche zwischen der Spindel 1 und der Mutter 2 angeordnet sind. Eine Nut 11 ist schraubenlinienförmig mit einer vorbestimmten Steigung in der äußeren Fläche der Spindel 1 ausgebildet. Die Lagerkugeln 4 können in der schraubenlinienförmig ausgebildeten Nut 11 eine Abwälzbewegung ausführen. Wenn sich die Spindel 1 dreht, führt die Kugelmutter 2 eine geradlinige Bewegung um die Spindel 1 aus. Die Lagerkugel 4 dient zur Aufnahme von Belastungen.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist die Kugelmutter 2 ein erstes Mutternteil 2a und ein zweites Mutternteil 2b auf, welche über das federnd nachgiebige Teil 3 miteinander verbunden sind. Eine erste, lasttragende Kugelnut 21 ist in der inneren Fläche des ersten Mutterteils 2a ausgebildet. In ähnlicher Weise ist eine zweite, lasttragende Kugelnut 22 in der inneren Fläche des zweiten Mutterteils 2b ausgebildet. Drei Ablenkeinrichtungen 5, welche in regelmäßigen Abständen voneinander angeordnet sind, sind jeweils passend auf den ersten und zweiten Mutterteilen 2a, 2b vorgesehen. Die Lagerkugeln 4, welche in den lasttragenden Kugelnuten 21 und 22 nach unten rollen, gehen durch die Rücklaufnuten, welche in den Ablenkeinrichtungen 5 ausgebildet sind und kehren zu dem Beginn der Windungsgänge der Nuten 21 und 22 zurück. Somit bewegen sich die Lagerkugeln 4 längs einer endlosen Bahn. Jede der Mutterteile 2a und 2b hat drei Reihen von Lagerkugeln, welche endlos umlaufen. Dichtungsteile 23 verhindern, daß Staub und andere Fremdstoffe in den Hohlraum im Innern der Kugelumlaufspindel von den axialen Enden der Mutter 2 eindringen können. Schrauben (nicht gezeigt) verlaufen durch Befestigungsöffnungen 24 und sind in einen nicht montierten Teil (nicht gezeigt) geschraubt.

Das federnd nachgiebige Teil 3, welches das erste Mutternteil 2a und das zweite Mutternteil 2b miteinander koppelt, wird in der nachstehend angegebenen Abfolge ausgebildet, nachdem die lasttragenden Kugelnuten 21 und 22 geschliffen wurden.

1) Die innere Fläche der Kugelmutter 2 wird mittels

einer Drehmaschine zur Ausbildung einer Nut 31 drehbearbeitet.

2) Nachdem die gesamte Kugelmutter 2 aufgekocht ist, wird sie abgeschreckt. Die äußere Fläche des federnd nachgiebigen Teils 3 wird mit einem Schutzteil überzogen, um ein Aufkochen im Bereich des federnd nachgiebigen Teils zu verhindern.

3) Die Schutzeinrichtung wird abgelöst. Die äußere Fläche der Kugelmutter 2 wird dann mittels einer Drehmaschine zur Ausbildung der Nuten 32 und 33 drehbearbeitet.

Wenn man das federnd nachgiebige Teil mittels einer Drehbearbeitung eines einzigen zylindrischen Teils auf die vorstehend beschriebene Weise ausbildet, erhält man die nachstehend angegebenen Vorteile:

a) Im vorstehend angegebenen Schritt (3) läßt sich die Zustellgröße der Drehbearbeitung sowie der Winkel zur Ausbildung der Nuten 32 und 33 einstellen, und daher läßt sich die Federkonstante des federnd nachgiebigen Teils auf einfache Weise einstellen.

b) Da die Achse des ersten Mutterteils 2a genau mit der Achse des zweiten Mutterteils 2b übereinstimmt, erhält man eine gleichmäßigere Drehbewegung als bei der üblichen Doppelmutterkonstruktion, bei der zwei Kugelmutter durch eine Feder miteinander verbunden sind.

c) Da das federnd nachgiebige Teil zur Aufnahme von zu großen Belastungen dient, wird verhindert, daß Rißbildungen bei der Kugelmutter auftreten, wenn Stoßbelastungen einwirken.

Bei der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform wird eine Vorbelastung auf die Kugelmutter 2 auf die nachstehend beschriebene Weise aufgebracht. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist die Steigung der ersten und der zweiten lasttragenden Kugelnuten 21, 22 gleich wie die Steigung L der Nut 11, welche in der Gewindespindel 1 ausgebildet ist. Der Abstand zwischen der ersten Nut 21 und der zweiten Nut 22, welche auf gegenüberliegenden Seiten des federnd nachgiebigen Teils 3 liegen, ist derart vorgegeben, daß er kleiner als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung L ist, und zwar um α ($0 < \alpha < 50 \mu\text{m}$), d. h. dieser ist auf $nL - \alpha$ eingestellt, wobei n eine ganze Zahl ist. Nachdem dann die Kugelmutter 2 auf der Gewindespindel 1 angebracht ist, führen selbst dann, wenn keine äußere Kraft auf die Kugelmutter 2 einwirkt, die Lagerkugeln eine Abwälzbewegung in der ersten Nut 21 aus, und die Lagerkugeln 4 führen ebenfalls eine Abwälzbewegung in der zweiten Nut 22 aus, und diese Teile werden mittels des federnd nachgiebigen Teils 3 aufeinander zu gezogen. Eine Vorbelastung mit einer Stärke, welche dem Wert α entspricht, wird auf die Kugelmutter 2 aufgebracht.

Bei der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform ist der Abstand zwischen den lasttragenden Kugelnuten 21 und 22 vorgegeben mit $nL - \alpha$. Auch ist es möglich, den Abstand grösser als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung zu machen, und zwar um α , d. h. $nL + \alpha$. In diesem Fall wirkt eine Druckbelastung auf die Lagerkugeln 4 ein, welche in der ersten Nut 21 eine Abwälzbewegung ausführen und auch auf jene Lagerkugeln 4, welche in der zweiten Nut 22 eine Abwälzbewegung ausführen, so daß alle diese Lagerkugeln 4 in Richtung auf die axialen Enden der Spindel gedrückt werden. Wiederum erhält man eine Vorbelastung mit einer Grö-

ße, welche dem Wert α entspricht und die auf die Kugelmutter 2 aufgebracht wird.

Die Kugelmutter 2, welche auf diese Art und Weise ausgelegt ist, wird mittels Schrauben mit einem nicht angebrachten Teil, wie einem Tisch, über einen backenähnlichen Flansch 6 angeschraubt, welcher von der äußeren Fläche des ersten Mutterteils 2a vorsteht. Auf diese Weise wird die Kugelmutter 2 ihrem bestimmungsgemäßen Einsatz zugeführt.

In diesem Zustand wirkt das federnd nachgiebige Teil 3 auf die nunmehr beschriebene Weise. Wenn irgendein Spiel zwischen den Lagerkugeln 4 und der lasttragenden Kugelnut 21 oder 22 auf Grund von Abweichungen vorhanden ist, welche auf die Steigung der Gewindespindel 1 oder auf Maßabweichungen hinsichtlich des Durchmessers der Spindel zurückzuführen sind, oder wenn irgendeine zu große Druckkraft auf die Lagerkugeln 4 wirkt, expandiert sich das federnd nachgiebige Teil 3 oder es zieht sich zusammen, um das Spiel auszugleichen oder die Druckkraft aufzunehmen. Zugleich wird eine Vorbelastung entsprechend der Federkraft des federnd nachgiebigen Teils 3 auf die Kugelmutter 2 aufgebracht. Folglich wird eine Vorbelastung entsprechend der Federkonstanten auf die Kugelmutter 2 aufgebracht.

Bei der bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung erhält man daher eine im wesentlichen konstante Vorbelastung auf die Kugelmutter 2 mittels des federnd nachgiebigen Teils 3, wenn die Steigung der Gewindespindel 1 oder der Durchmesser der Spindel Maßabweichungen haben. Somit wird eine stabile Bewegung sichergestellt.

Das federnd nachgiebige Teil 3 kann auch in anderer Weise gestaltet werden, wie dies beispielsweise in Fig. 5(A) und (B) gezeigt ist. In Fig. 5(A) sind zwei Nuten 34 und 35 in der inneren Fläche der Kugelmutter 2 ausgebildet. Eine Nut 36 ist in der äußeren Fläche ausgebildet. In Fig. 5(B) sind die inneren und äußeren Flächen mit Nuten 37 und 38 jeweils versehen. Somit kann man auch hierbei die vorstehend angegebenen Vorteile unabhängig von der Formgebung des federnd nachgiebigen Teils 3 erhalten, vorausgesetzt, daß das wellenförmig ausgebildete, federnd nachgiebige Teil 3 von Umfangsnuten in der inneren Fläche und der äußeren Fläche abwechselnd bei der Kugelmutter 2 gebildet wird, und eine Drehbearbeitung vorgenommen wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 ist eine weitere Kugelumlaufspindel nach der Erfindung gezeigt. Diese Kugelumlaufspindel ist ähnlich wie die Kugelumlaufspindel beschaffen, welche bereits zuvor an Hand den Fig. 1 bis 4 erläutert wurde. Abweichend hiervon ist eine Mehrzahl von Schlitten 39 und 40 vorgesehen, welche radial in der Kugelmutter 2 verlaufen und in der äußeren Fläche des federnd nachgiebigen Teils 3 ausgebildet sind. Dieses federnd nachgiebige Teil 3 wirkt in ähnlicher Weise wie das federnd nachgiebige Teil 3 der ersten bevorzugten Ausführungsform. Auch läßt sich die Federkonstante des federnd nachgiebigen Teils 3 unter Veränderung des Abstandes zwischen den benachbarten Schlitten 39 und 40 variieren. Zusätzlich ist es einfach, in die Kugelmutter über die Schlitten 39 und 40 Öl einzubringen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 7 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Kugelumlaufspindel verdeutlicht. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Mutterteil 2a einen Zylinder 7. In ähnlicher Weise umfaßt das zweite Mutterteil 2b einen Zylinder 8. Diese Kugelumlaufspindel wird auf die nachste-

hend beschriebene Weise hergestellt. Zwei Federscheiben 9 sind zwischen diesen Zylindern 7 und 8 gehalten. Diese Teile werden mittels Buckelschweißen verbunden. Eine erste lasttragende Kugelnut 21 und eine zweite lasttragende Kugelnut 22 werden dann in den verschweißten Teilen zur Bildung einer Kugelmutter 2 ausgebildet. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform sind die Federscheiben 9, welche die beiden Zylinder 7 und 8 miteinander koppeln, derart ausgelegt, daß sie ähnlich wirken wie das federnd nachgiebige Teil gemäß den ersten und zweiten bevorzugten Ausführungsformen. Die Federkonstante der Federn 9 läßt sich nach Belieben durch Modifizieren der Federkraft der Federn 9 einstellen.

Patentansprüche

1. Kugelumlaufspindel, gekennzeichnet durch: eine Gewindespindel (1), welche eine Kugelabwälznut (11) hat, welche schraubenlinienförmig mit einer vorbestimmten Steigung (L) ausgebildet ist, eine Kugelmutter (2), eine erste lasttragende Kugelnut (21), welche schraubenlinienförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter (2) mit derselben Steigung (L) wie die Kugelabwälznut (11) ausgebildet ist, eine zweite lasttragende Kugelnut (22), welche spiralförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter (2) mit der gleichen Steigung (L) wie die Kugelabwälznut (11) ausgebildet ist, wobei der Abstand zwischen der ersten und der zweiten lasttragenden Kugelnut (21, 22) größer oder kleiner als ein ganzzahliges Vielfaches der Steigung (L) der Kugelabwälznut (11) beträgt, ein federnd nachgiebiges Teil (3; 9), welches an der Kugelmutter (2) zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten (21, 22) ausgebildet ist, wobei das federnd nachgiebige Teil (3) sich in axialer Richtung verschieben kann, und eine Mehrzahl von Lagerkugeln (4), welche jeweils zwischen der Kugelabwälznut (11) in der Gewindespindel (1) und den ersten oder zweiten lasttragenden Kugelnuten (21, 22) derart eingeschlossen sind, daß sie eine Abwälzbewegung ausführen.
2. Kugelumlaufspindel, gekennzeichnet durch: eine Gewindespindel (1), welche eine Kugelabwälznut (11) hat, welche schraubenlinienförmig mit einer vorbestimmten Steigung (L) ausgebildet ist, eine Kugelmutter (2), eine erste lasttragende Kugelnut (21), welche spiralförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter (2) mit der gleichen Steigung (L) wie die Kugelabwälznut (11) ausgebildet ist, eine zweite lasttragende Kugelnut (22), welche schraubenlinienförmig in der inneren Fläche der Kugelmutter (2) mit der gleichen Steigung (L) wie die Kugelabwälznut (11) ausgebildet ist, ein federnd nachgiebiges Teil (3; 9), welches in der Kugelmutter (2) zwischen den ersten und zweiten lasttragenden Nuten (21, 22) ausgebildet ist, wobei das federnd nachgiebige Teil (3; 9) sich in axialer Richtung verschieben kann, und eine Mehrzahl von Lagerkugeln (4), welche jeweils zwischen der Kugelabwälznut (11) in der Gewindespindel (1) und den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten (21, 22) derart eingeschlossen sind, daß sie eine Abwälzbewegung ausführen; wobei eine Vorbelastung auf die Lagerkugeln (4),

welche in den ersten und zweiten lasttragenden Kugelnuten (21, 22) eine Abwälzbewegung ausführen, durch die Federkraft des federnd nachgiebigen Teils (3; 9) aufgebracht wird.

3. Kugelumlaufspindel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Umfangsnuten in der äußeren Fläche und der inneren Fläche an der Kugelmutter (2) abwechselnd derart ausgebildet sind, daß sich das federnd nachgiebige Teil (3) bildet, welches wellenförmig ausgelegt ist.

4. Kugelumlaufspindel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von radial verlaufenden Schlitzten (39, 40) in der äußeren Fläche der Kugelmutter (2) zur Bildung des federnd nachgiebigen Teils (3) ausgebildet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

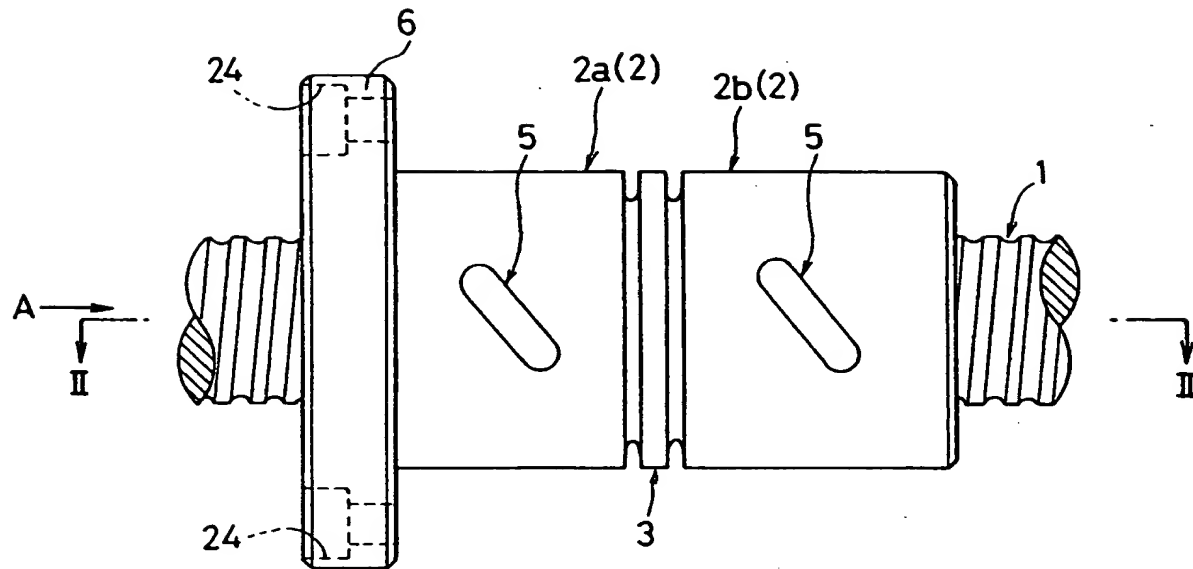


FIG. 2

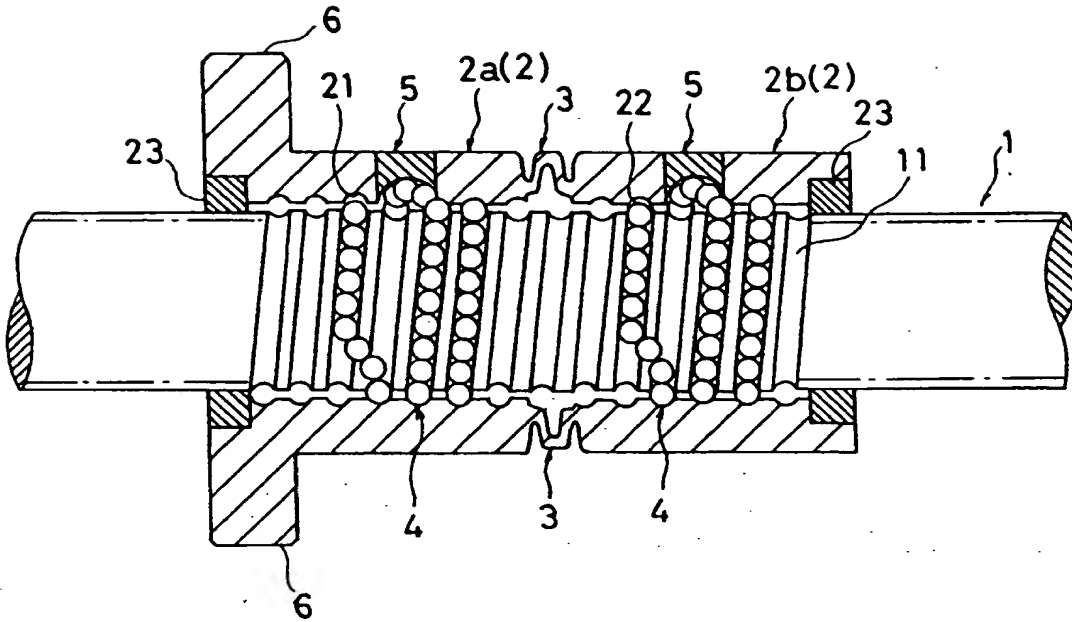


FIG. 3

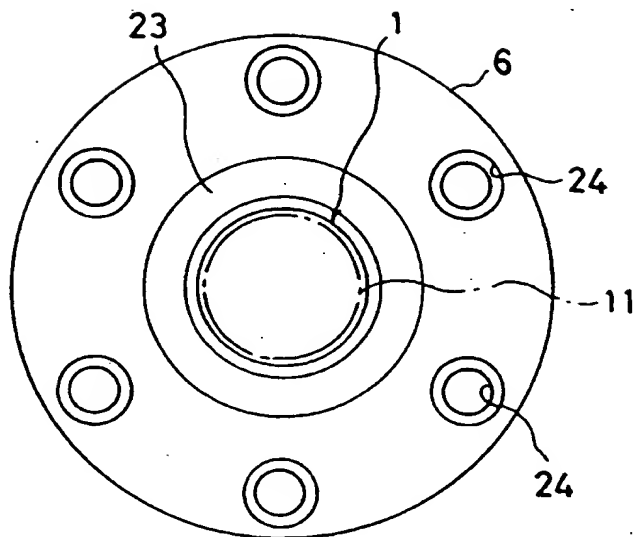


FIG. 4

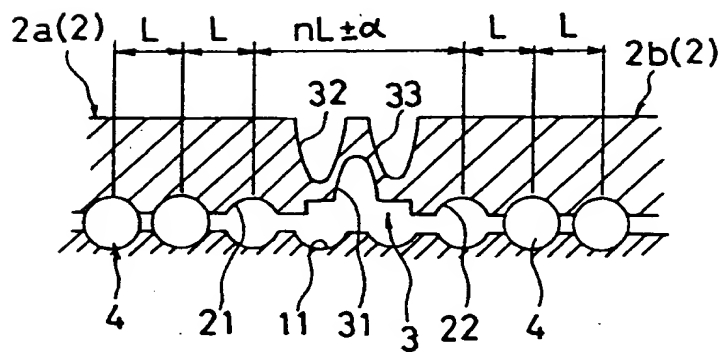


FIG. 5

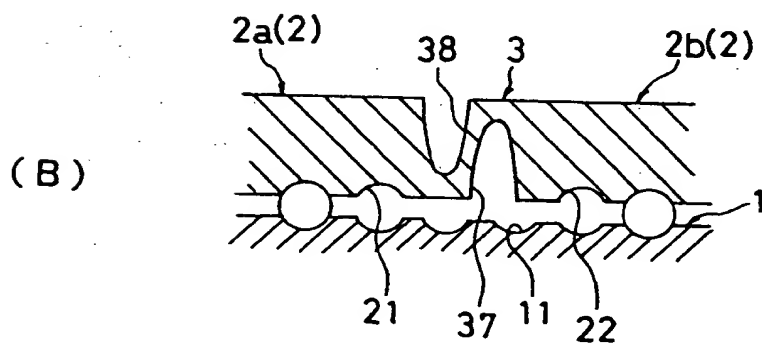
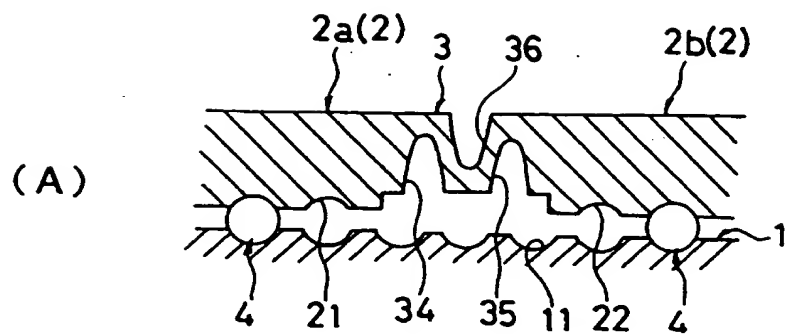


FIG. 6

